

CLIPPEDIMAGE= JP407025011A
PAT-NO: JP407025011A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 07025011 A
TITLE: INK INJECTION DEVICE

PUBN-DATE: January 27, 1995

INVENTOR-INFORMATION:
NAME
TAKAHASHI, YOSHIKAZU

ASSIGNEE-INFORMATION:
NAME COUNTRY
BROTHER IND LTD N/A

APPL-NO: JP05175187
APPL-DATE: July 15, 1993

INT-CL_(IPC): B41J002/045; B41J002/055 ; B41J002/16

ABSTRACT:

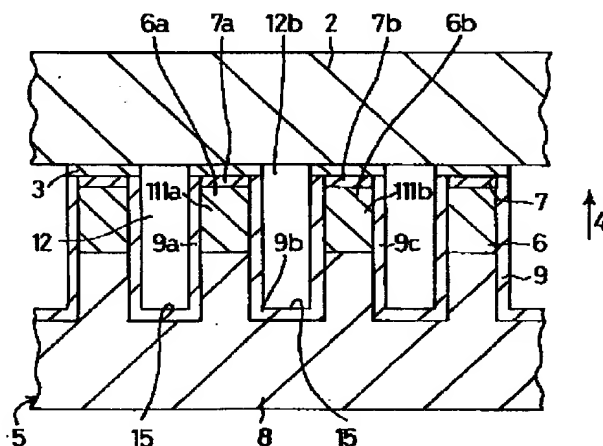
PURPOSE: To provide an ink injection device which has long lives of a connecting part and an electrode of a component and high reliability.

CONSTITUTION: An actuator ceramic plate 5 has a plurality of sidewalls 111a, 111b in which a first CRT inner electrode layer 7, a piezoelectric ceramic layer 6 and a second CRT inner electrode layer 8 are laminated. A plurality of ink liquid chambers 12 opened upward are provided separately via the sidewalls 111a, 111b. PTC outer electrodes 9 are formed on surfaces of the sidewalls 111a, 111b. The layer 6 is polarized in a direction of an arrow 4. The layers 7 and 8 are formed of CRT thermistor materials which become insulators at an ordinary temperature and conductors at a predetermined temperature or higher. The electrode 9 is formed of a PTC thermistor material which becomes a conductor at the ordinary temperature and an insulator at a predetermined temperature T2 or higher.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成7年(1995)1月27日



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 インクが充填されたインク液室と、前記インク液室を隔て、少なくとも一部が分極された圧電部で構成された側壁と、前記分極方向と略直交する電界を発生するように前記圧電部に形成された一対の駆動用電極とを有し、前記駆動用電極への電圧の印加による前記圧電部の圧電厚みすべり効果により前記側壁が変形して、前記インク液室内のインクに圧力を与えてインクを噴射するインク噴射装置に於て、前記分極方向と平行する電界を発生するように前記圧電部に形成された一対の分極用電極を更に備え、前記分極用電極が、所定温度 T_1 以上で電気抵抗が減少して導電体となり、前記所定温度 T_1 未満で電気抵抗が増大して絶縁体となる材料にて構成され、前記駆動用電極が、所定温度 T_2 以上で電気抵抗が増大して絶縁体となり、前記所定温度 T_2 未満で電気抵抗が減少して導電体となる材料にて構成されていることを特徴とするインク噴射装置。

【請求項2】 前記所定温度 T_1 、 T_2 は、前記圧電部が圧電特性を失う温度より、低いことを特徴とする請求項1記載のインク噴射装置。

【請求項3】 前記分極用電極が酸化バナジウム系の負温度特性サーミスタ材料から構成され、前記駆動用電極がチタン酸バリウム系の正温度特性サーミスタ材料から構成されていることを特徴とする請求項1記載のインク噴射装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、インク噴射装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、プリンタヘッドとして、圧電セラミックスを応用したドロップオンデマンド方式のインクジェットプリンタヘッドが提案されている。これは、圧電セラミックスの変形によってインク液室の容積を変化させることにより、その容積減少時にインク液室内のインクをノズルから液滴として噴射し、容積増大時に他方のインク導入路からインク液室内にインクを導入するようにしたものである。そして、このようなインク液室を多数互いに近接して配置し、所望の印字データに従って所望の位置のノズルからインク液滴を噴射させることにより、そのノズルと対向する紙面上等に所望の文字や画像を形成するものである。

【0003】この種のインク噴射装置としては、例えば特開昭63-247051号公報、特開昭63-252750号公報及び特開平2-150355号公報に記載されているものがある。図14、図15、図16、図17及び図18にそれら従来例の概略図を示す。以下、インク噴射装置の断面図を示す図14によって、従来例の構成を具体的に説明する。複数の溝15（図16）及び

2

該溝15を隔てる側壁11を有し、かつ矢印4の方向に分極処理を施した圧電セラミックスプレート1と、セラミックス材料または樹脂材料等からなるカバープレート2とを、エポキシ系接着剤等からなる接合層3を介して接合することで、溝15（図16）は横方向に互いに間隔を有する複数のインク液室12となる。インク液室12は長方形断面の細長い形状であり、側壁11はインク液室12の全長にわたって伸びている。側壁11の接合層3付近の側壁11上部から側壁11中央部までの両表面には、駆動電界印加用の電極13が形成されている。全てのインク液室12内には、インクが充填される。

【0004】次に、インク噴射装置の断面図を示す図15によって、従来例の動作を説明する。該インク噴射装置において、所望の印字データに従って例えばインク液室12bが選択されると、電極13eと13fに急速に正の駆動電圧が印加され、電極13dと13gは接地される。これにより側壁11bには矢印14bの方向の駆動電界が、側壁11cには矢印14cの方向の駆動電界が作用する。このとき駆動電界方向14b及び14cと分極方向4とが直交しているため、側壁11b及び11cは、圧電厚みすべり効果によってインク液室12bの内部方向に急速に変形する。この変形によってインク液室12bの容積が減少してインク液室12bのインク圧力が急速に増大し、圧力波が発生して、インク液室12bに連通するノズル32（図16）からインク液滴が噴射される。また、駆動電圧の印加を徐々に停止すると、側壁11b及び11cが変形前の位置（図14参照）に戻るためインク液室12b内のインク圧力が徐々に低下し、インク供給口21（図16）からマニホール22（図16）を通してインク液室12b内にインクが供給される。

【0005】従来例では、隣接する2つのインク液室に連通する2つのノズルから同時にインク液滴を噴射することができないため、例えば、左端から奇数番目のインク液室12a、12cに連通するノズルからインク液滴を噴射した後、偶数番目のインク液室12b、12dに連通するノズルからインク液滴を噴射し、次に再び奇数番目からインク液滴を噴射するというように、インク液室12及びノズル32を複数のグループに分割してインク液滴の噴射を行う。

【0006】但し、上記の動作は従来例の基本動作に過ぎず、製品として具体化される場合には、まず駆動電圧を容積が増加する方向に印加し、先にインク液室12bにインクを供給させた後に、駆動電圧の印加を停止して元の状態（図14参照）にしてインクを噴射させることもある。

【0007】次に、インク噴射装置の斜視図を示す図16によって、従来例の構成及び製造法を説明する。分極処理を施した圧電セラミックスプレート1に、薄い円板状のダイヤモンドブレードを使用した研削加工等によっ

3

て、前記インク液室12を形成する平行な溝15を作製する。溝15は圧電セラミックスプレート1のほぼ全域で同じ深さの平行な溝であるが、端面17に近づくにつれて徐々に浅くなり、端面17付近では浅く平行な溝18となるよう作製される。この溝15及び浅く平行な溝18の内面には、前記の電極13がスパッタリング等によって形成される。溝15の内面にはその側面の上半分のみ電極13が形成されるが、浅く平行な溝18の内面にはその側面及び底面全体に電極13が形成される。また、セラミックス材料または樹脂材料等からなるカバープレート2に、研削または切削加工等によって、インク導入口21及びマニホール22を作成する。

【0008】次に、圧電セラミックスプレート1の溝15加工側の面とカバープレート2のマニホール22加工側の面とを、エポキシ系接着剤等によって、各々の溝15が前記の形状のインク液室12を形成するように接着する。次に、圧電セラミックスプレート1及びカバープレート2の端面16に、各インク液室12の位置に対応した位置にノズル32が設けられたノズルプレート31を接着する。圧電セラミックスプレート1の溝15加工側と反対側の面には、各インク液室12の位置に対応した位置に導電層のパターン42が設けられた基板41を、エポキシ系接着剤等によって接着する。そして、浅く平行な溝18の底面の電極13と導電層のパターン42とを、周知のワイヤボンディングによって導線43で接続する。

【0009】次に、制御部のブロック図を示す図17によって、従来例の制御部の構成を説明する。基板41に設けられた導電層のパターン42は各々個々にLSIチップ51に接続され、クロックライン52、データライン53、電圧ライン54及びアースライン55もLSIチップ51に接続されている。LSIチップ51は、クロックライン52から供給された連続するクロックパルスに基づいて、データライン53上に現れるデータから、どのノズル32からインク液滴の噴射を行うべきかを判断し、駆動するインク液室12内の電極13に導通する導電層のパターン42に、電圧ライン54の電圧Vを印加する。また、前記インク液室12以外の電極13に導通する導電層のパターン42にアースライン55の電圧0を印加する。

【0010】次に、プリンタの斜視図を示す図18によって、従来例の構成及び動作を説明する。インク噴射装置61及びノズルプレート31は、図14、図15及び図16で説明した構成、動作をもつものである。インク噴射装置61はキャリッジ62上に固定され、インク供給チューブ63はインク供給口21(図16)に連通し、LSIチップ51(図17)はキャリッジ62に内蔵され、フレキシブルケーブル64は図17に示したクロックライン52、データライン53、電圧ライン54及びアースライン55に対応している。キャリッジ62

4

はスライダ66に沿って矢印65方向に記録紙71の全幅にわたって往復移動し、インク噴射装置61はキャリッジ62が移動している時にプラテンローラ72に保持された記録紙71に対して、ノズルプレート31に設けられたノズル32(図16)からインク液滴を噴射し、記録紙71上にインク液滴を付着させる。

【0011】また、記録紙71はインク噴射装置61がインク液滴を噴射しているときは静止しているが、キャリッジ62が往復動作を行う度に紙送りローラ73及び74によって矢印75方向に一定量ずつ移送される。これによって、インク噴射装置61は記録紙71の全面に所望の文字や画像を形成することが可能となる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のような従来のインク噴射装置61では、分極方向(矢印4)と電極13への印加により発生する電界方向(矢印14b, 14c)とが直交しているために、圧電セラミックスプレート1の圧電特性が劣化した場合に再分極処理をすることが不可能である。そのため該電極13の形成工程及び該圧電セラミックスプレート1とカバープレート2との接合行程をはじめとするの各部品の接合工程において、圧電材料のキュリー温度(圧電特性を失う温度)よりも高い温度で熱処理をすることが出来なかった。その結果、電極13の圧電セラミックスプレート1との密着強度および、各部品の接合強度が低いために、駆動時に接合部が破損したり、電極13が剥離したりする。このため、側壁11の変形量が小さくなったり、電極13が断線して側壁11の一部に電圧が伝わらなくなって側壁11の一部が変形しなくなったりして、噴射が不安定になるという問題点もあった。従って、インク噴射装置の信頼性が低いという問題点があった。

【0013】本発明は、上述した問題点を解決するためになされたものであり、各部品間の接合強度が高く、電極の寿命が長く、信頼性が高いインク噴射装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために本発明の請求項1では、インクが充填されたインク液室と、前記インク液室を隔て、少なくとも一部が分極された圧電部で構成された側壁と、前記分極方向と略直交する電界を発生するように前記圧電部に形成された駆動用電極とを有し、前記駆動用電極への電圧の印加により前記側壁が圧電厚みすべり効果の変形をして、前記インク液室内のインクに圧力を与えてインクを噴射するインク噴射装置であって、前記分極方向と平行する電界を発生するように前記圧電部に形成された一対の分極用電極を更に備え、前記分極用電極が、所定温度T1以上で電気抵抗が減少して導電体となり、前記所定温度T1未満で電気抵抗が増大して絶縁体となる材料にて構成され、前記駆動用電極が、所定温度T2以上で電気抵抗が増大

して絶縁体となり、前記所定温度T2未満で電気抵抗が減少して導電体となる材料にて構成されていることを特徴とする。

【0015】請求項2では、前記所定温度T1、T2は、前記圧電部が圧電特性を失う温度より、低いことを特徴とする。

【0016】請求項3では、前記分極用電極が酸化バナジウム系の負温度特性サーマスタ材料から構成され、前記駆動用電極がチタン酸バリウム系の正温度特性サーマスタ材料から構成されていることを特徴とする。

【0017】

【作用】上記の構成を有する本発明のインク噴射装置では、前記圧電部に形成された分極用電極が、所定温度T1以上で電気抵抗が減少して導電体となり、前記所定温度T1未満で電気抵抗が増大して絶縁体となる材料にて構成され、かつ前記圧電部に形成された駆動用電極が、所定温度T2以上で電気抵抗が増大して絶縁体となり、前記所定温度T2未満で電気抵抗が減少して導電体となる材料にて構成されているため、駆動時は駆動用電極に駆動電圧を印加するが、分極をしたい時には、所定温度T1、T2以上の環境下で分極用電極に分極電圧を印加することにより自由に分極を行うことが出来る。

【0018】

【実施例】以下、本発明を具体化した一実施例を図面を参照して説明する。尚、従来技術と同一の部材には同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0019】図1は、本発明の一実施例のインク噴射装置に用いられるアレイの断面図である。アクチュエータセラミックスプレート5には、第1CTR内部電極層7と圧電セラミックス層6と第2CTR内部電極層8とを積層してなる複数の側壁111が設けられている。また、側壁111に隔てられ、図中上方に開口する複数の溝15が設けられている。側壁111表面にはPTC外部電極9が形成されている。

【0020】前記圧電セラミックス層6は強誘電性を有するチタン酸ジルコン酸鉛系のセラミックスにて構成されており、矢印4の方向に分極されている。次に、図6を用いて第1CTR内部電極層7、第2CTR内部電極層8及びPTC外部電極9について説明する。第1CTR内部電極層7と第2CTR内部電極層8は、常温においては絶縁体であるが、上記チタン酸ジルコン酸鉛系のセラミックスの強誘電性を失う温度、すなわちキュリー温度（例えば250℃）よりも低い所定の温度T1（例えば70℃）以上で電気抵抗が急激に減少して導電体となる酸化バナジウム系の負温度特性サーマスタ材料（CTRサーマスタ材料）にて構成されている。またPTC外部電極9は、常温においては導電体であるが、前記キュリー温度（例えば250℃）よりも低い所定の温度T2（例えば130℃）以上で電気抵抗が急激に増加して絶縁体となるチタン酸バリウム系の正温度特性サーマ

スタ材料（PTCサーマスタ材料）にて構成されている。

【0021】第1CTR内部電極層7と第2CTR内部電極層8の材料として、酸化バナジウム系の負温度特性サーマスタ材料の他に酸化ニッケル系、酸化コバルト系、酸化マンガン系、酸化ランタン系の負温度特性サーマスタ材料を用いてもよい。

【0022】該アクチュエータセラミックスプレート5は以下の製造方法によって製造される。

【0023】まず、圧電セラミックス層6を構成するチタン酸ジルコン酸鉛系のセラミックス材料、及び第1CTR内部電極層7と第2CTR内部電極層8と構成する酸化バナジウム系の負温度特性サーマスタ材料とを用意し、それらをドクターブレード法などによりそれぞれ所定の厚さのシート状に成形して、図3に示すように、積層した後に加圧圧着し、所定の寸法形状に切断して一体焼成する。この段階では圧電セラミックス層6の自発分極方向はランダムであり、圧電特性を有さない。

【0024】次に、図4に示されているように溝15をダイヤモンドカッティング円盤の回転またはレーザー等により必要な本数だけ形成する。さらに図5に示すように溝15の内部表面にチタン酸バリウム系の正温度特性サーマスタ材料でPTC外部電極9を形成し、アクチュエータセラミックスプレート5となる。該PTC外部電極9の形成法としては、スパッタ法、蒸着法、CVD、PVD、溶射等の乾式プロセスまたはゾル・ゲル法等の湿式プロセス後に焼成する方法があるが、圧電セラミックス層6の分極工程よりも先にPTC外部電極9の形成を行うため、圧電セラミックス層6のキュリー温度（例えば250℃）以上の温度の熱処理プロセスにより、前記接合を行っても全く問題が無く、圧電セラミックス層6とPTC外部電極9の強固な密着が可能である。

【0025】この様にして得られたアクチュエータセラミックスプレート5と、セラミックス材料または樹脂材料からなるカバープレート2とを、図1に示すように側壁111の上部にてエポキシ系接着剤等からなる接合層3を介して接合することで溝15は横方向に互いに間隔を有するインク液室12となる。インク液室12は長方形断面の細長い形状であり、側壁111はインク液室12の全長にわたって伸びている。圧電セラミックス層6の分極工程よりも先にカバープレート2の接合を行うため、圧電セラミックス層6のキュリー温度（例えば250℃）以上の温度の熱処理プロセスにより、前記接合を行っても全く問題が無く、アクチュエータセラミックスプレート5とカバープレート2との強固な接合が可能である。

【0026】続いて、図7に示されているように、分極用アース端子19を第1CTR内部電極層7に、分極用プラス端子20を第2CTR内部電極層8にそれぞれ接触させて、図示しないシリコンオイル等の絶縁オイル中にて分極用アース端子19と分極用プラス端子20を介

7

してアクチュエータセラミックスプレート5の積層方向に電圧を印加する。このとき図示しない絶縁オイルの温度は、第1CTR内部電極層7と第2CTR内部電極層8が導電体となる温度T1（本実施例では70℃）よりも高く、かつPTC外部電極9が絶縁体となる温度T2（本実施例では130℃）よりも高く、かつ圧電セラミックス層6のキュリー温度（本実施例では250℃）よりも低い温度、例えば150℃程度である。すると第1CTR内部電極層7と第2CTR内部電極層8は導電体となり、PTC外部電極9は絶縁体となり、圧電セラミックス層6は強誘電性を有する。このため第1CTR内部電極層7と第2CTR内部電極層8との間に電圧が印加されることになり、圧電セラミックス層6には矢印4の方向に良好に分極される。このとき圧電セラミックス層6に印加される電界は例えば2kV/mm程度である。

【0027】このアクチュエータセラミックスプレート5の通常の使用温度は第1CTR内部電極層7と第2CTR内部電極層8が導電体となる温度T1（本実施例では70℃）、およびPTC外部電極9が絶縁体となる温度T2（本実施例では130℃）よりも十分低く、PTC外部電極9は導電体となり駆動用の電極として機能し、第1CTR内部電極層7と第2CTR内部電極層8は絶縁体となり側壁111の構成材料としてのみ機能する。この分極工程は従来例（図14）においては、電極13の形成前に必ず行う必要があったが、本実施例においてはいつ行ってもよく、例えばインク噴射装置として使用した後でもよいので圧電セラミックス層6の圧電特性が熱、駆動電界等により劣化した場合に再分極処理を行い、再び使用することが出来る。

【0028】本発明の一実施例のインク噴射装置に用いられるアレイには、図2に示す電気回路が設けられており、また全てのインク液室12内にはインクが充填されている。この電気回路において、各溝15内に形成されたPTC外部電極9a乃至9cがそれぞれ別々にLSIチップ51に接続され、クロックライン52、データライン53、電圧ライン54及びアースライン55もLSIチップ51に接続されている。

【0029】インク液室12は隣合わない複数のグループに分けられており、クロックライン52から供給された連続するクロックパルスにより、LSIチップ51がこの複数グループを続けて駆動する。データライン53上に現れる多ビット・ワード形式のデータにより、LSIチップ51が各グループのうちのどのインク液室12を作動すべきかを決定し、その選ばれたインク液室12のPTC外部電極9に電圧ライン54の電圧Vを印加する。この選ばれたインク液室12の両側の側壁111が圧電セラミックス層6の圧電効果による変形をし、従って各グループに於て全てのインク液室12が作動可能になる。このとき作動されていない同一グループのインク

8

液室12のPTC外部電極9と、他のグループに属する全てのインク液室12のPTC外部電極9は接地される。

【0030】インク噴射装置において、所望の印字データに従って例えばインク液室12bが選択されると、PTC外部電極9bに急速に正の駆動電圧が印加され、PTC外部電極9aと9cは接地される。これにより圧電セラミックス層6aには矢印14aの方向の駆動電界が、圧電セラミックス層6bには矢印14bの方向の駆動電界が作用する。このとき駆動電界方向14a及び14bと分極方向4とが直交しているため、側壁111a及び111bは、圧電厚みすべり効果によってインク液室12bの内部方向に急速に変形する。この変形によってインク液室12bの容積が減少してインク液室12bのインク圧力が急速に増大し、圧力波が発生して、インク液室12bに連通する図示しないノズルからインク液滴が噴射される。また、駆動電圧の印加を停止すると、側壁111a及び111bが変形前の位置（図1参照）に戻るためインク液室12b内のインク圧力が低下し、図示しないインク供給口からインク液室12b内にインクが供給される。

【0031】但し、上記の動作は本実施例の基本動作に過ぎず、製品として具体化される場合には、まず駆動電圧を容積が増加する方向に印加し、先にインク液室12bにインクを供給させた後に、駆動電圧の印加を停止して元の状態（図1参照）にしてインクを噴射させることもある。

【0032】このように、本実施例のインク噴射装置では、側壁111の圧電セラミックス層6に、分極用電極となる第1CTR内部電極層7及び第2CTR内部電極層8と、駆動用電極となるPTC外部電極9が形成されている。その第1CTR内部電極層7及び第2CTR内部電極層8は、温度T1（70℃）以上で導電体であり、温度T1未満で絶縁体である。またPTC外部電極9は温度T2（130℃）以上で絶縁体であり、温度T2未満で導電体である。すなわち、常温においては、第1CTR内部電極層7及び第2CTR内部電極層8が絶縁体で、PTC外部電極9が導電体であって、PTC外部電極9への電圧印加により側壁111が、圧電セラミックス層6の圧電厚みすべり効果によって変形してインクを噴射する。

【0033】また温度T2（130℃）以上においては、第1CTR内部電極層7及び第2CTR内部電極層8が導電体であり、PTC外部電極9が絶縁体であって、第1CTR内部電極層7及び第2CTR内部電極層8への電圧印加によって圧電セラミックス層6を分極処理することができる。このように圧電セラミックス層6の分極をいつでも行うことが出来るため、PTC外部電極9の形成及びアクチュエータセラミックスプレート5とカバープレート2との接合などの各種製造工程に於

て、圧電セラミックス層6のキュリー温度(圧電特性を失う温度)よりも高い温度で熱処理をすることが出来る。その結果、PTC外部電極9の側壁111への密着強度および、各部品とアクチュエータセラミックスプレート5などの接合強度が高くなり、駆動時に接合部が破損したり、PTC外部電極9が剥離することが防止される。

【0034】従来では、金属である電極13(図16)がインク液室12内部のインクに接するため、インク中に含まれる水分などによって電極13が腐食されることにより、電極13の耐久性が低くなるという問題もあった。本実施例では、電極材料が腐食しにくいセラミックスサーミスタ材料であるので、特別な保護をしなくてもインクによる腐食は全く起こらない。

【0035】更に、インク噴射装置を長時間使用して、圧電セラミックス層6の圧電特性が熱、駆動電界等により劣化した場合には再分極処理を行い、再び使用することが出来るため、省資源にもつながる。

【0036】従って、各部品の接合部、および電極の寿命が長く、信頼性が高いインク噴射装置が実現できるのである。

【0037】続いて、本発明を具体化した第2の実施例を図8乃至13を参照して説明する。尚、従来例及び本発明の第1の実施例と同一の部材には同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0038】図8は、本発明の第2の実施例のインク噴射装置に用いられるアレイの断面図で、アクチュエータセラミックスプレート25には、第1CTR内部電極層7と圧電セラミックス層6と第3CTR内部電極層23と圧電セラミックス層10と第2CTR内部電極層8とを積層してなる複数の側壁111が設けられている。また側壁111に隔てられ、図中上方に開口する複数の溝15が設けられている。側壁111表面にはPTC外部電極9が形成されている。

【0039】圧電セラミックス層6、10は強誘電性を有するチタン酸ジルコン酸鉛系のセラミックスにて構成されており、それぞれ矢印4、24の方向に分極されている。一方、第1CTR内部電極層7、第2CTR内部電極層8及び第3CTR内部電極層23は、常温においては絶縁体であるが、前記キュリー温度(例えば250℃)よりも低い所定の温度T1(例えば70℃)以上で電気抵抗が急激に減少して導電体となる酸化バナジウム系の負温度特性サーミスタ材料(CTRサーミスタ材料)にて構成されている。またPTC外部電極9は、常温においては導電体であるが、上記チタン酸ジルコン酸鉛系のセラミックスの強誘電性を失う温度、すなわちキュリー温度(例えば250℃)よりも低い所定の温度T2(例えば130℃)以上で電気抵抗が急激に増加して絶縁体となるチタン酸バリウム系の正温度特性サーミスタ材料(PTCサーミスタ材料)にて構成されている。

【0040】アクチュエータセラミックスプレート25は以下の製造方法によって製造される。

【0041】まず、圧電セラミックス層6、10を構成するチタン酸ジルコン酸鉛系のセラミックス材料、及び第1CTR内部電極層7と第2CTR内部電極層8と第3CTR内部電極層23を構成する酸化バナジウム系の負温度特性サーミスタ材料とを用意し、それらをドクターブレード法などによりそれぞれ所定の厚さのシート状に成形して、図10に示すように、積層した後に加圧圧着し、所定の寸法形状に切断して一体焼成する。この段階では圧電セラミックス層6、10の自発分極方向はランダムであり、圧電特性を有さない。

【0042】次に、図11に示されているように溝15が形成され、さらに図12に示すように溝15の内部表面にPTC外部電極9が形成される。圧電セラミックス層6、10の分極工程よりも先にPTC外部電極9の形成を行うため、圧電セラミックス層6のキュリー温度(例えば250℃)以上の温度の熱処理プロセスを行っても全く問題が無く、圧電セラミックス層6とPTC外部電極9の強固な密着が可能である。

【0043】この様にして得られたアクチュエータセラミックスプレート25と、セラミックス材料または樹脂材料からなるカバープレート2とを、図8に示すように側壁111の上部にてエポキシ系接着剤等からなる接合層3を介して接合することで溝15は横方向に互いに間隔を有するインク液室12となる。圧電セラミックス層6の分極工程よりも先に該カバープレート2の接合を行うため、圧電セラミックス層6、10のキュリー温度(例えば250℃)以上の温度の熱処理プロセスを行っても全く問題が無く、アクチュエータセラミックスプレート25とカバープレート2の強固な接合が可能である。

【0044】続いて、図13に示されているように、第1CTR内部電極層7と第2CTR内部電極層8とを接地し、第3CTR内部電極層23に分極用電圧を、図示しないシリコンオイル等の絶縁オイル中にて印加する。図示しない絶縁オイルの温度は、第1CTR内部電極層7と第2CTR内部電極層8と第3CTR内部電極層23が導電体となる温度T1(本実施例では70℃)よりも高く、かつPTC外部電極9が絶縁体となる温度T2(本実施例では130℃)よりも高く、かつ前記圧電セラミックス層6、10のキュリー温度(本実施例では250℃)よりも低い温度、例えば150℃程度である。

【0045】このとき第1CTR内部電極層7と第3CTR内部電極層23と第3CTR内部電極層23は導電体となり、PTC外部電極9は絶縁体となり、圧電セラミックス層6、10は強誘電性を有する。このため第1CTR内部電極層7と第2CTR内部電極層8、および第2CTR内部電極層8と第3CTR内部電極層23との間に電圧が印加されることになり、圧電セラミックス

11

層6、10にはそれぞれ矢印4、24の方向に良好に分極される。このとき圧電セラミックス層6、10に印加される電界は例えば2kV/mm程度である。

【0046】このアクチュエータセラミックスプレート25の通常の使用温度は第1CTR内部電極層7と第2CTR内部電極層8と第3CTR内部電極層23が導電体となる温度T1（本実施例では70℃）、およびPTC外部電極9が絶縁体となる温度T2（本実施例では130℃）よりも十分低く、PTC外部電極9は導電体となり駆動用の電極として機能し、第1CTR内部電極層7と第2CTR内部電極層8と第3CTR内部電極層23は絶縁体となり側壁111の構成材料としてのみ機能する。

【0047】この分極工程は従来例（図14）においては、電極13の形成前に必ず行う必要があったが、本実施例においてはいつ行ってもよく、例えばインク噴射装置として使用した後でもよいので圧電セラミックス層6、10の圧電特性が熱、駆動電界等により劣化した場合に再分極処理を行い、再び使用することが出来る。

【0048】本発明の第2の実施例のインク噴射装置に用いられるアレイには、図9に示す電気回路が設けられており、また全てのインク液室12内にはインクが充填されている。この電気回路において、各溝15内に形成されたPTC外部電極9a乃至9cがそれぞれ別々にLSIチップ51に接続され、クロックライン52、データライン53、電圧ライン54及びアースライン55もLSIチップ51に接続されている。インク液室12は隣合わない複数のグループに分けられており、クロックライン52から供給された連続するクロックパルスにより、LSIチップ51がこの複数グループを続けて駆動する。データライン53上に現れる多ビット・ワード形式のデータによりLSIチップ51が各グループのうちのどのインク液室12を作動すべきかを決定し、その選ばれたグループのインク液室12のPTC外部電極9に電圧ライン54の電圧Vを印加する。

【0049】この選ばれたインク液室12の両側の側壁111が圧電セラミックス層6、10の圧電効果による変形をし、従って各グループに於て全てのインク液室12が作動可能になる。このとき作動されていない同一グループのインク液室12のPTC外部電極9と、他のグループに属する全てのインク液室12のPTC外部電極9は接地される。

【0050】インク噴射装置において、所望の印字データに従って例えばインク液室12bが選択されると、PTC外部電極9bに急速に正の駆動電圧が印加され、PTC外部電極9aと9cは接地される。これにより圧電セラミックス層6aには矢印14aの方向の駆動電界が、圧電セラミックス層6bには矢印14bの方向の駆動電界が、圧電セラミックス層10aには矢印14cの方向の駆動電界が、圧電セラミックス層10bには矢印

12

14dの方向の駆動電界が作用する。このとき駆動電界方向14a及び14bと分極方向4、および駆動電界方向14c及び14dと分極方向24とが直交しているため、側壁111a及び111bは、圧電厚みすべり効果によってインク液室12bの内部方向に急速に変形する。この変形によってインク液室12bの容積が減少してインク液室12bのインク圧力が急速に増大し、圧力波が発生して、インク液室12bに連通する図示しないノズルからインク液滴が噴射される。

【0051】また、駆動電圧の印加を停止すると、側壁111a及び111bが変形前の位置（図1参照）に戻るためインク液室12b内のインク圧力が低下し、図示しないインク供給口からインク液室12b内にインクが供給される。

【0052】但し、上記の動作は本実施例の基本動作に過ぎず、製品として具体化される場合には、まず駆動電圧を容積が増加する方向に印加し、先にインク液室12bにインクを供給させた後に、駆動電圧の印加を停止して元の状態（図8参照）にしてインクを噴射させることもある。

【0053】このように、本実施例のインク噴射装置においても、上述した第1の実施例と同様の効果が得られる。さらに第1の実施例（図1）が1つの側壁111に対して圧電活性部（圧電セラミックス層6）が1箇所であったのに対して、本実施例では1つの側壁111に対して圧電活性部（圧電セラミックス層6、10）が上下2箇所にあるためインク噴射に必要な駆動電圧が約半分を抑えられるため、駆動用の電源等のコスト低下にもつながる。

【0054】従って、各部品の接合部、および電極の寿命が長く、信頼性が高い、さらに製造コストの低いインク噴射装置が実現できるのである。

【0055】また、圧電セラミックス層を複数設けてもよい。

【0056】尚、本実施例では、分極用電極が絶縁体から導電体へ変わる温度T1（70℃）と、駆動用電極が導電体から絶縁体へ変わる温度T2（130℃）とが異なる温度であったが、同じ温度であってもよい。

【0057】また、本実施例では、温度T1（70℃）が温度T2（130℃）より低かったが、温度T2が温度T1より低くてもよい。

【0058】更に、本実施例では、分極用電極であるCTR内部電極層が側壁111を形成し、その側壁111の側面に駆動用電極であるPTC外部電極9が形成されていたが、CTR内部電極層とPTC外部電極との配置を取り替えてもよい。但し、この場合は、圧電セラミックス層の分極方向が90度変換される。

【0059】

【発明の効果】以上説明したことから明かなように本発明によれば、分極用電極が、所定温度T1以上で電気抵

抗が減少して導電体となり、所定温度 T_1 未満で電気抵抗が増大して絶縁体となる材料にて構成され、かつ駆動用電極が、所定温度 T_2 以上で電気抵抗が増大して絶縁体となり、所定温度 T_2 未満で電気抵抗が減少して導電体となる材料にて構成されている。従って常温においては前記分極用電極が絶縁体となり、前記駆動用電極が導電体となるのに対し、所定温度 T_1 、 T_2 以上の温度では前記分極用電極が導電体となり、前記駆動用電極が絶縁体となる。その結果、駆動用電極形成後においても所定温度 T_1 、 T_2 以上の温度とすれば、圧電セラミックスの分極を行うことが出来るため、外部電極の形成及び圧電セラミックスプレートとカバープレートとの接合などの各種製造工程に於て、圧電材料のキュリー温度（圧電特性を失う温度）よりも高い温度で熱処理をすることが出来る。その結果、電極の密着強度および、各部品と圧電セラミックスプレートなどの接合強度が高くなり、駆動時に接合部が破損したり、電極が剥離することが防止される。従って、各部品の接合部、および電極の寿命が長く、信頼性が高いインク噴射装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例のインク噴射装置を示す断面図である。

【図2】本発明の一実施例のインク噴射装置の動作を示す説明図である。

【図3】本発明の一実施例のアクチュエータセラミックスプレートの製造工程を示す斜視図である。

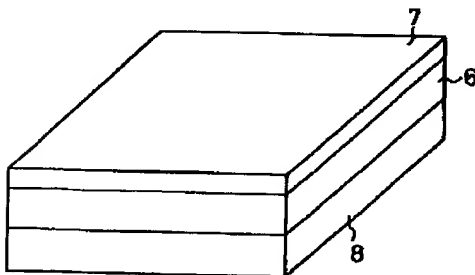
【図4】本発明の一実施例のアクチュエータセラミックスプレートの製造工程を示す断面図である。

【図5】本発明の一実施例のアクチュエータセラミックスプレートの製造工程を示す断面図である。

【図6】本発明の一実施例のサーミスタ材料の電気抵抗の温度特性を示す説明図である。

【図7】本発明の一実施例のアクチュエータセラミックスプレートの分極工程を示す断面図である。

【図3】



【図8】本発明の変形例のインク噴射装置を示す断面図である。

【図9】本発明の変形例のインク噴射装置の動作を示す説明図である。

【図10】本発明の変形例のアクチュエータセラミックスプレートの製造工程を示す斜視図である。

【図11】本発明の変形例のアクチュエータセラミックスプレートの製造工程を示す断面図である。

【図12】本発明の変形例のアクチュエータセラミックスプレートの製造工程を示す断面図である。

【図13】本発明の変形例のアクチュエータセラミックスプレートの分極工程を示す斜視図である。

【図14】従来例のインク噴射装置を示す断面図である。

【図15】従来例のインク噴射装置の動作を示す説明図である。

【図16】従来例のインク噴射装置を示す斜視図である。

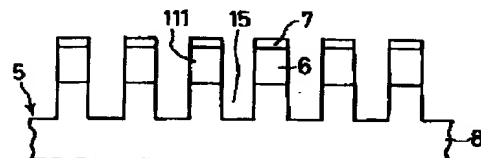
【図17】従来例の制御部を示すブロック図である。

【図18】従来例のプリンタを示す斜視図である。

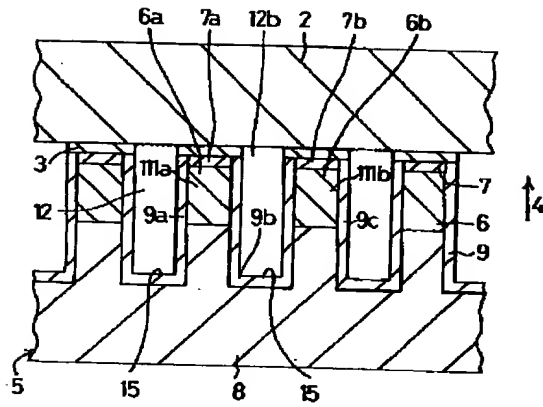
【符号の説明】

- 4 分極方向
- 6 圧電セラミックス層
- 7 第1CTR内部電極層
- 8 第2CTR内部電極層
- 9 PTC外部電極
- 12 インク液室
- 14a 電界方向
- 14b 電界方向
- 14c 電界方向
- 14d 電界方向
- 23 第3CTR内部電極層
- 24 分極方向
- 111 側壁

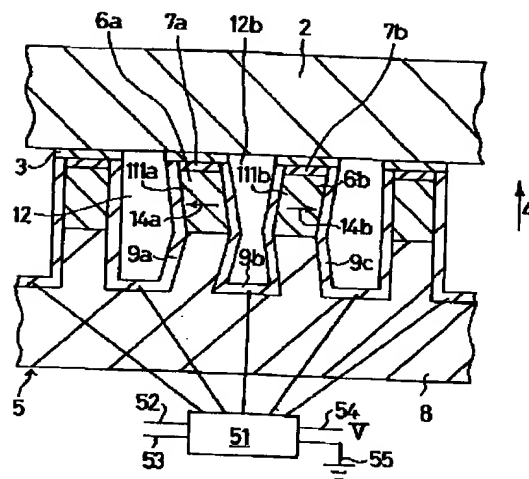
【図4】



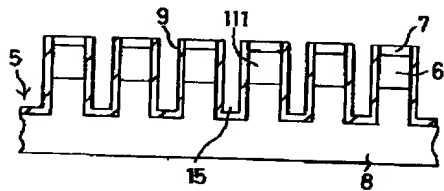
【図1】



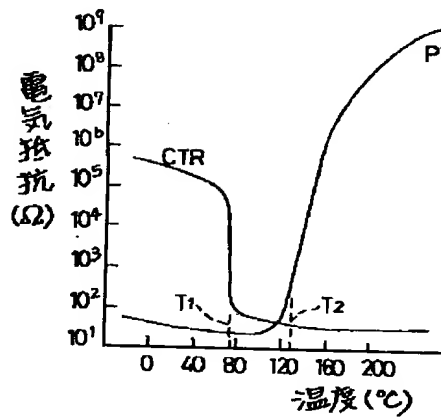
【図2】



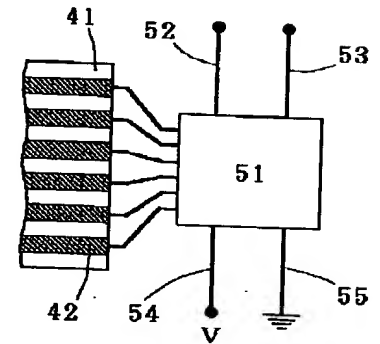
【図5】



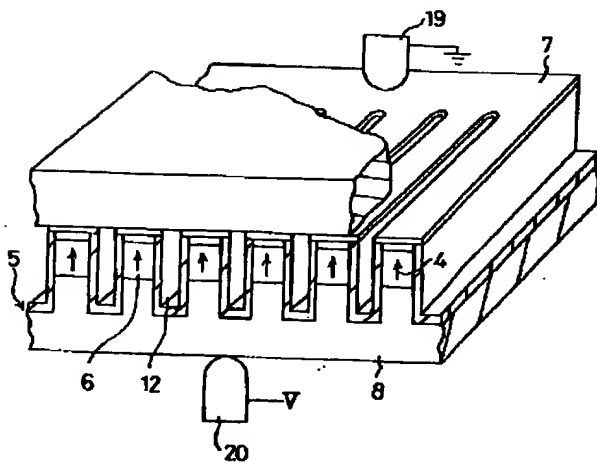
【図6】



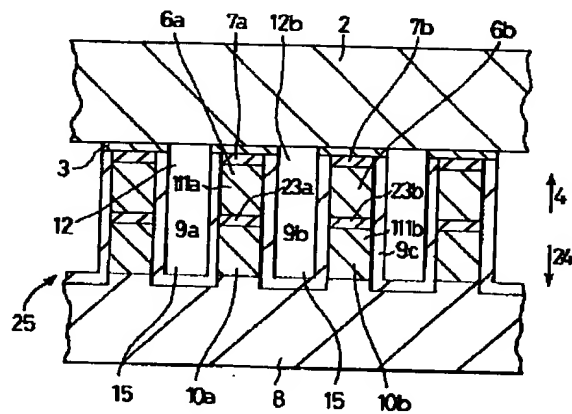
【図17】



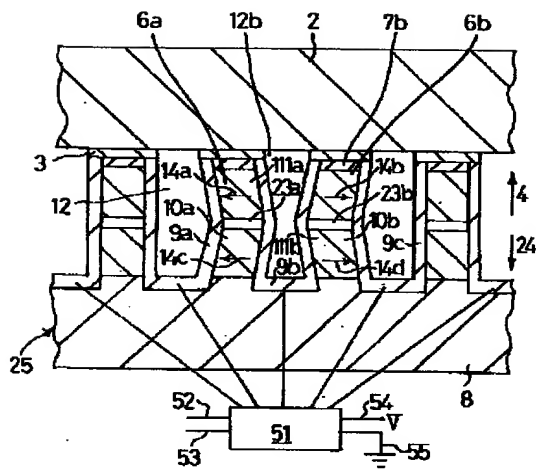
【図7】



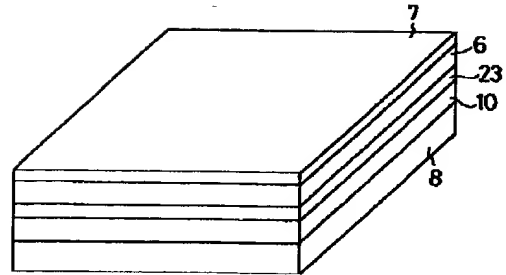
【図8】



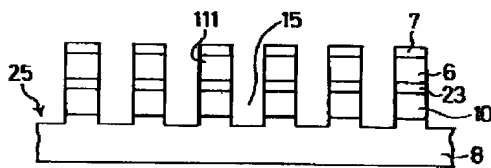
【図9】



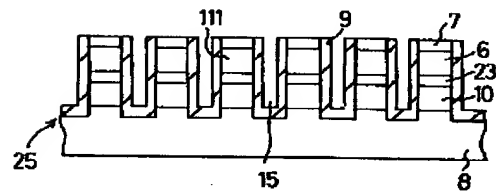
【図10】



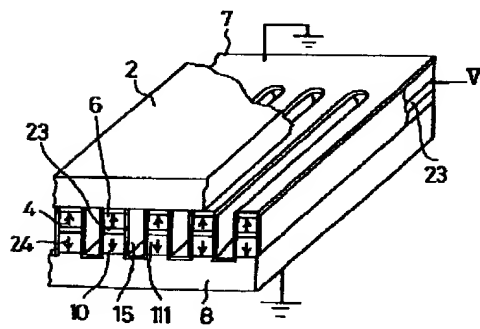
【図11】



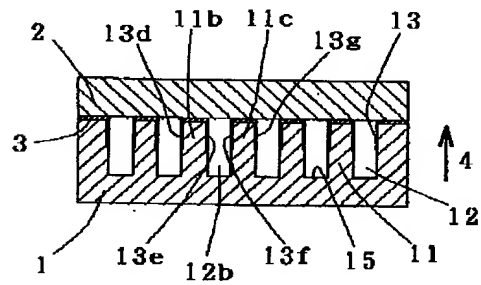
【図12】



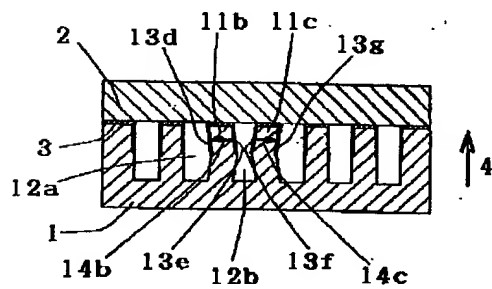
【図13】



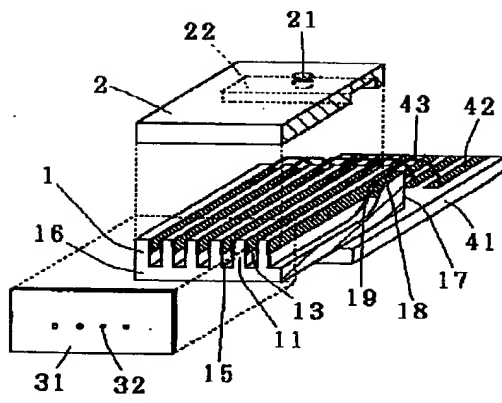
【図14】



【図15】



【図16】



【図18】

